

Aus der Chirurgischen-Universitätsklinik Erlangen

Direktor: Prof. Dr. med. G. Hegemann

GRUNDLAGEN OSZILLOGRAPHISCHER MESSUNGEN AN DEN
EXTREMITÄTEN.

Helmut Porzner

aus Ansbach

Aus der Chirurgischen-Universitätsklinik Erlangen

Direktor: Prof. Dr. med. G. Hegemann

GRUNDLAGEN OSZILLOGRAPHISCHER MESSUNGEN AN DEN
EXTREMITÄTEN.

Inaugural - Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Friedrich-Alexander-Universität

zu

Erlangen

Vorgelegt von

H e l m u t P o r z n e r

aus Ansbach



Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen

Dekan: Professor Dr. med. F. H e i m

Referent: Priv. Doz. Dr. med. K. H. H a c k e t h a l

Co-Referent: Professor Dr. med. G. H e g e m a n n

Tag der mündlichen Prüfung: 12. 5. 1959

Problemstellung

Mir war zur Aufgabe gestellt, oszillometrische Untersuchungen zur Erfassung möglicher Fehlerquellen für die Beurteilung des Oszillogrammes durchzuführen. Dabei sollte ich vor allem folgenden Fragen nachgehen.

- 1) Kommt es bei einer in kurzen Abständen wiederholten Oszillometrie zu Änderungen des Oszillogramms durch die mit jeder Messung zwangsläufig verbundenen Schnürung des entsprechenden Extremitätenabschnittes? Wenn ja, wie groß sind die Abweichungen im Durchschnitt (in Millimetern)? Läßt sich eine Gesetzmäßigkeit erkennen, die bei Messungen einkalkulierbar ist.
- 2) Weisen Oszillogramme, die bei dem gleichen Menschen an verschiedenen Tagen aufgenommen werden, wesentliche Unterschiede auf? Läßt sich hier eine Gesetzmäßigkeit erkennen? Wie groß ist die durchschnittliche Schwankungsbreite (in Millimetern)?
- 3) Wie ist beim Gesunden die durchschnittliche Differenz der oszillometrischen Ausschläge zwischen rechter und linker Extremität?



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Überblick über die Entwicklung der Oszillographie.

PACHON und GALLAVADIN, waren die ersten, die sich mit der Messung der Wandbewegungen der Arterien durch die Pulswelle näher beschäftigten.

Ein dem PACHON'schen Apparat ähnliches Instrument (Oszillotonometer) konstruierte in Deutschland RECKLINGHAUSEN. Es hatte aber, wie das französische Modell, zwei große Nachteile. Einerseits war es unmöglich, mit dem Apparat gleichzeitig vergleichende Messungen zwischen linker und rechter Extremität durchzuführen. Die Oszillationen beider Extremitäten konnten nur nacheinander aufgenommen werden. Andererseits beeinträchtigte der schnellende Zeiger des RECKLINGHAUSEN'schen Instruments die genaue Ablesung.

Diese Mängel schalteten GESENIUS und KELLER mit ihrem Apparat aus. Die Oszillationen werden bilateral registriert und über ein Schreibhebelsystem aufgezeichnet. Allerdings besteht der Hauptnachteil dieses Instruments darin, daß es zur Messung von Blutwellen in sehr kleinen Arterien nicht verwendet werden kann.

Möglichkeiten zur Messung der Extremitätendurchblutung.

Zur Prüfung der Durchblutung peripherer Körperteile stehen uns vier Methoden zur Verfügung:

1. die Messung der Hauttemperatur,
2. die Blutdruckmessung,
3. die Oszillometrie,
4. die Arteriographie.

Der Messung der Hauttemperatur wurde bislang eine große Bedeutung bei der Untersuchung über die Durchblutung einer Extremität beigemessen. Seitdem die Oszillographie und hier vor allem die symetrische Messung der Extremitäten mehr an Bedeutung erlangte, ist die Messung der Hauttemperatur zu einem zweitrangigen diagnostischen Hilfsmittel geworden. Die verschiedenartige Reaktion der Endstrombahn zur Hauptstrombahn auf diagnostische Reize und therapeutische Maßnahmen und die Abkehr von einer allzu morphologischen Diagnostik zu Gunsten einer funktionellen Betrachtungsweise ließen den Fragenkomplex in einem ganz anderen Gesicht erscheinen. Die Hauttemperatur ist eine sehr augenfällige, aber sehr komplexe Größe. Sie hängt aktiv von der Wärmezufuhr durch den Blutstrom und passiv von dem Wärmeentzug durch die Umgebung ab. Die Durchblutung der verschiedenen Körperteile bei steigender Außentemperatur nimmt verschieden zu. Die Muskelgewebe machen die manigfaltigen Wärmeschwankungen der Körperoberfläche nur in stark abgeschwächtem Maße mit. Häufig kommt es vor, daß bei genügend durchbluteter Haut also bei normaler Hauttemperatur

die darunter liegenden Muskeln minder durchblutet sind. (W. AXHAUSEN). Ebenso kann man bei niedriger Hauttemperatur nicht unbedingt auf eine schlechte Blutversorgung der darunter liegenden Gewebe schließen. (REINS).

Die Hauttemperatur kann also keine Aussagen über die Ätiologie der Durchblutungsstörungen machen. Sie erfaßt nur die Oberfläche, also die Endstrombahn und kann daher nicht als absolutes Maß gelten. (KÜHN R.).

Die Oszillometrie wertet die Größe der rhythmischen Blutwelle aus. Das Oszillogramm ist eine Pulsdruckkurve. Es mißt den rhythmischen durch Volumenschwankungen bedingten Druckzuwachs und -abfall eines bestimmten Gliederquerschnittes. Dabei werden verschiedene Druckstufen berücksichtigt, d.h. bei verschiedenem Manschettendruck des Blutdruckmessers. "Die Hauptgefäße sind ausschlaggebend für Größe und Form der Oszillationen." (LEONHARDT).

Die bisherige Praxis des oszillographischen Verfahrens zeigt, daß die Bewertung der registrierten Kurvenbilder im wesentlichen auf die Messung der Größe der Oszillationen beschränkt ist. Aber allein bei dem Kriterium der Oszillationsgröße, welche bei der einfachen und wirtschaftlichen Anwendungsweise des Oszillographen nach GESENIUS und KELLER von großer praktischer Bedeutung ist, ergeben sich zahlreiche Probleme. Die Oszillationsgröße stellt

sich als Funktion des Manschettendruckes dar. Die größte praktische Bedeutung besitzt die Ermittlung des oszillographischen Index. Dieser ist der bei den verschiedenen Druckänderungen auftretende maximale Zeigerausschlag zwischen dem systolischen und diastolischen Blutdruck. Die Ausschlagsgröße ist kein absolutes Maß für die Durchblutung einer Extremität. Es ist dabei zu berücksichtigen, daß die Durchblutung eines Gefäßgebietes als das Blutvolumen, das in der Zeiteinheit das Gefäßgebiet durchströmt, definiert ist. Ihre Beurteilung durch den oszillographischen Ausschlag, der Ausdruck des systolischen Durchflußvolumens ist, kann nur unter Einbeziehung der Pulsfrequenz erfolgen. Wenn das Herz sein Minutenvolumen vermehrt, durch Steigerung der Schlagfrequenz und Abnahme des Schlagvolumens, kann man die erfolgende Steigerung der Durchblutung in den Extremitäten nicht ohne weiteres an einer Vergrößerung des Zeigerausschlages erkennen. Es ist festgestellt worden, daß die Oszillationsgröße nicht nur eine Funktion des systolischen Volumens ist, sondern von dem peripheren Widerstand, der Rückprallwelle und deren Interferenzerscheinungen beeinflusst wird. (STAUB, VISCHER). Der oszillatorische Ausschlag ist also auf eine ganz bestimmte, zum Untersuchungszeitpunkt vorliegende Situation der zentralen und peripheren Kreislaufregulation zu beziehen. Die Beurteilung der oszillographischen Kurve wird dadurch kompliziert, daß die Untersuchung selbst die haemodynamischen Verhältnisse beeinflusst. BOCK und Mit-

arbeiter fanden bei aufsteigender Schreibweise höhere oszillatorische Indices als bei absteigender. (Stauüberdruck).

Diagnostische Möglichkeiten der Oszillographie.

Die Möglichkeit einer diagnostischen Verwertbarkeit der oszillometrischen Untersuchung liegt nicht nur bei einem Verschuß eines Gefäßes, obwohl ihre überragende, fast spezifische Bedeutung bei der Erkennung und Lokalisation partieller und totaler, einseitiger und doppelseitiger Gefäßverschlüsse zu erkennen ist (KÜHN). In den meisten Fällen kann sie die Arteriographie ersetzen. Entwicklungsanomalien der Gefäße, besonders des Fußrückens kommen manchmal vor. Sie können einen Verschuß der Arteria dorsalis pedis vortäuschen. Hochsitzende Thrombosen und fortgeschrittene Fälle von Thrombangitis obliterans oder von Arteriosklerose, können mit dem Oszillographen diagnostiziert werden. Aber nicht nur Veränderungen an den Extremitäten selbst sind der oszillographischen Untersuchung zugänglich. Am Stamm sitzende Verschlüsse kann man an der Beeinträchtigung des Oszillogramms an der gesamten Extremität erkennen. Sie hilft weiter bei der Diagnostik embolisch streuender Endokarditisformen. Geringe Differenzen kann man bei maligner Sklerose, Mitralstenose und bei Gravidität ausmachen. Bei Aorteninsuffizienzen stellte man Seitendifferenzen fest, die klinisch zunächst nicht erwartet wurden. Sehr hohe Oszillationen mit spitzzackigem Kurvenverlauf findet man bei Hypertonikern. Die hohen Ausschläge sind ein Ausdruck des großen Gefäßinnendruckes (KÜHN). Die Ausschläge sind ebenfalls auffallend hoch bei einer noch

kompenzierten Artierosklerose, die ohne Hypertonie einhergeht. Sie sind durch die fortgeschrittenen sklerosierten Wandveränderungen hervorgerufen. Ebenso konnte man eine Größenzunahme der Oszillation an Punkten feststellen, die proximal eines sich bildenden oder schon vollkommenen Verschlusses lagen. (GESENIUS).

Mit dem Oszillographen sind Erkrankungen, die nicht mit einem Verschuß oder einer größeren Veränderung der arteriellen Strombahn einhergehen, sondern Prozesse, die sich langsam entwickeln, nicht so leicht und vor allem nicht früh genug zu erkennen. Zu diesem Zwecke wird die Oszillographie nach Belastung durchgeführt. "Die Oszillographie nach Belastung gibt uns die Möglichkeit, früher als mit dem Ruheoszillogramm eine organisch bedingte arterielle Durchblutungsstörung der mittleren und großen Gefäße an den Extremitäten zu erfassen." Nehmen die Ausschläge nach der Belastung ab, so liegt sicher eine obliterierende Erkrankung der arteriellen Gefäßgebiete vor. (ROTZLER).

Das Untersuchungsgerät.

Zu den nachfolgenden Untersuchungen wurde der Oszillograph nach GESENIUS & C. KELLER gebraucht. Hierbei handelt es sich um ein feinmechanisches Präzisionsinstrument bei dem nach dem Prinzip der Marey'schen Kapsel pneumatische Manschettendruckschwankungen während der Registrierung in zwei von einander getrennten Hebelausschlägen umgesetzt werden. Die Registrierungen können bei beliebig gesetzten Druckstufen vorgenommen werden. Beide Systeme arbeiten stets unter genau den gleichen Bedingungen, da sie nur während der Registrierung getrennt sind. Diese Anordnung macht den Oszillographen gut zu vergleichenden Untersuchungen geeignet. Mit dem Gerät werden Manschetten verwendet. Sie sind jenen ähnlich, die bei der Blutdruckmessung gebräuchlich sind.

Die doppelseitige Pulsschreibung geschieht mit je zwei Manschetten, welche an korrespondierenden Stellen der oberen oder unteren Extremitäten angelegt werden. Das Instrument enthält zwei Marey'sche Kapseln, die mit den Manschetten in Verbindung stehen. Bei angeschlossenen Manschetten können die Kapseln, bei Hebelstellung in Position I durch ein Gebläse auf gleichen Druck gebracht werden. Stellt man den Hebel auf Position II, so werden die beiden Systeme voneinander getrennt und jede Manschette mit je einem Schreibhebel gekoppelt. Die Oszillationen von linker und rechter Extremität können nun

getrennt aber gleichzeitig aufgenommen werden.

Neben den Marey'schen Kapseln, Schreibfedern und einem Manometer, das den Manschettendruck in mm Hg anzeigt, enthält der Apparat ein Uhrwerk, das Papier unter den Schreibfedern vorbeizieht.

Methodik der Untersuchung.

Bei Untersuchungen, die auf einen Vergleich der Extremitäten ausgerichtet sind, ist besonders darauf zu achten, daß die Manschetten in gleicher Höhe angebracht werden. Dies ist unbedingt notwendig, weil sonst an verschiedenen Tagen angestellte oszillographische Untersuchungen Werte ergeben, die beträchtlich von denen der vorangegangenen Untersuchungen abweichen und somit zu einer falschen Beurteilung führen können. Weiterhin ist darauf zu achten, daß die Manschetten gleichmäßig fest angelegt werden. Sehr gerne stülpen sich beim Aufpumpen die Manschettenränder nach oben, was eine Verminderung des Hebelausschlages zur Folge hat. Bei muskulös kräftigen und adipösen Personen mit sehr starken Extremitäten ist auf die oben angeführte Technik besonders Wert zu legen, da die in den Manschetten liegenden aus Gummi bestehenden Manschettenkissen nicht deren Länge haben und somit nicht die ganze Extremität umgeben, wie die Manschette selbst. In diesem Falle ist zu beachten, wo das Manschettenkissen zu liegen hat, um dann die nachfolgenden Untersuchungen genauso ausführen zu können.

Die Messungen wurden alle in Rückenlage der Kranken durchgeführt, nachdem der Untersuchte darauf aufmerksam gemacht wurde, völlig entspannt zu sein, ruhig und gleichmäßig zu atmen und auch die kleinste Bewegung zu vermeiden.

Die Messungen wurden aufsteigend durchgeführt; das heißt: Zuerst wurde am Fuß (Hand) gemessen, dann am Unterschenkel (Unterarm) und zuletzt am Oberschenkel (Oberarm). Dabei wurden in der Größe verschiedene Manschettenpaare verwendet. Es werden mit größter Wahrscheinlichkeit kreislaufregulatorische Störungen ausgeschlossen und Stauungen, die bei umgekehrter Versuchsanordnung, also bei absteigender Messung auftreten können, vermieden.

Nach nochmaliger Prüfung der Manschetten wurden sie durch das Gebläse, bei erster Position des Hebels auf einen Druck von 200 mm Hg gebracht. Dann ließ man die mit Tinte gefüllten Schreibhebel auf das EKG-Papier herab. Der Zeiger des Apparates wurde auf Position II gedreht und zugleich das Laufwerk eingeschaltet. Nach Ablauf des Papiers von etwa 2 cm stellte man das Uhrwerk ab und brachte den Hebel wieder in Position I. Mit Hilfe der Auslaßschraube, die am Gebläse liegt, senkte man den Druck in den Manschetten um 25 mm Hg, brachte anschließend den Hebel wieder in Position II und stellte das Uhrwerk ein. Auf diese Art wurde der Manschetten-
druck bis auf 0 mm Hg herabgelassen und jedesmal die Oszillationen etwa 2 cm lang aufgeschrieben.

Auswertung des Oszillogramms.

Um genaue Vergleiche anstellen zu können und um genaue Werte der Durchblutung der Extremitäten zu erhalten, wurden die Oszillogramme graphisch aufgezeichnet. Im Koordinatensystem gibt die Abszisse den Druck in Millimeter Hg und die Ordinate, die Amplitude der dazugehörigen Oszillationen an. Die Ausschläge des Oszillographen sind in Millimetern angegeben. Zehn Millimeter der Zeichnung entsprechen einem Millimeter Zeigerausschlag.

Erklärung der graphischen Darstellung.

Die nicht unterbrochene Linie in der graphischen Darstellung stellt den Mittelwert der jeweils ersten Messung dar. Die umgebenden gestrichelten Linien sind die errechneten Mittelwerte der Abweichungen. Die langgestrichelte Linie gibt nochmals den Wert der mittleren Abweichung an.

Berechnung der Mittelwerte.

Zum Vergleich der erhaltenen Werte wurden die Mittelwerte genommen. Sie wurden durch Addition aller unter gleichen Bedingungen aufgenommener Versuche und anschließender Division ausgerechnet. Die Mittelwerte der Abweichungen fand man auf diesselbe Art, indem man zwischen den gefundenen Mittelwerten der verschiedenen Messungen die Differenz der Oszillationen berechnete und die Mittelwerte wie oben erhielt.

Begriffsbestimmung.

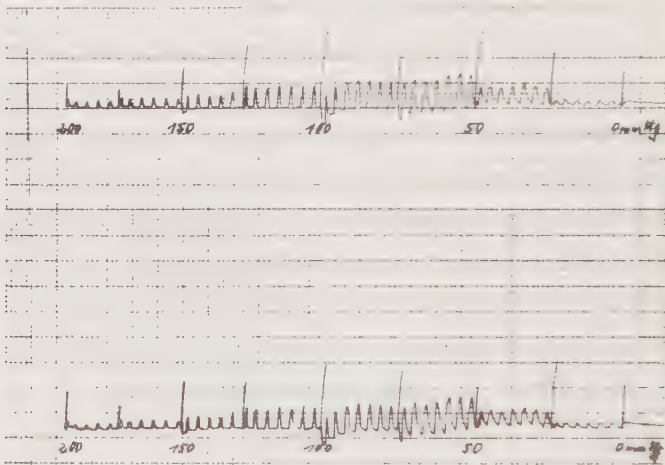
1. Oszillometrie bzw. Oszillographie ist die Messung der Durchblutung von Extremitäten auf Grund des arteriellen Pulsdruckes.
2. Oszillometrischer Index: Der oszillometrische Index ist der bei verschiedenen Druckänderungen auftretende maximale Zeigerausschlag, zwischen dem systolischen und diastolischen Blutdruck (RATSCHOW, BOCK, GRÜNER, SEYBOLD).
3. Amplitude: Unter Amplitude versteht man die Schwingungsweite des oszillometrischen Zeigerausschlags.
4. Differenz: Unterschied zwischen den oszillatorischen Amplituden.

Oszillographische Beispiele von Extremitätenabschnitten.

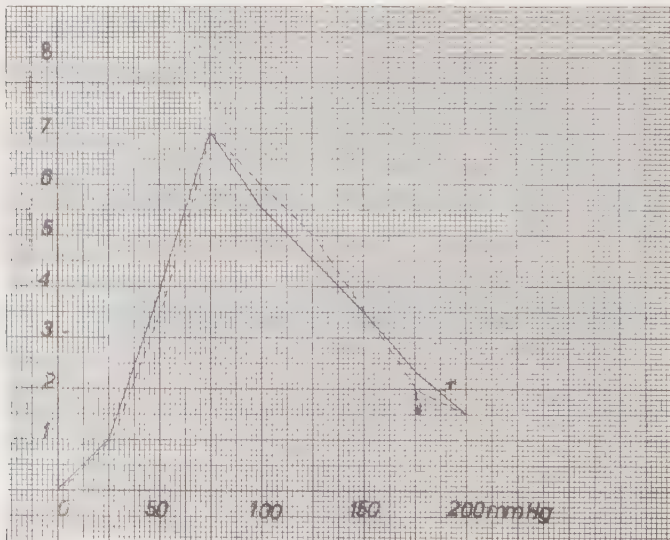
Die beiden folgenden Seiten enthalten Abbildungen oszillographischer Aufzeichnungen, so wie sie der Apparat liefert. Die Oszillogramme sind immer beidseitig aufgenommen. Die Abbildungen zeigen je ein Oszillogramm von Oberarm, Unterarm, Hand und Oberschenkel, Unterschenkel, Fuß. Die oberen Oszillationen entsprechen jeweils den rechten Extremitäten, die unteren den linken. Die vertikalen unterbrechenden Linien geben die verschiedenen Druckstufen an, in denen die Ausschläge gemessen wurden. Die Abstände betragen immer 25 mm Hg und gehen von 0 mm Hg bis 200 mm Hg.

"Die Oszillationen sind nicht die einfache Wiedergabe der Pulsdruckkurve" (NETZER). Der Manschettendruck folgt nicht den Schwingungen der Arterien. Der Höhe des Druckes entsprechend wird ein mehr oder weniger großer Teil dieser Schwingungen unterdrückt. Wo der Druck der Manschetten dem diastolischen Blutdruck gleich ist oder ihn um wenig übertrifft, ist das Schwingungsausmaß vollständig, so daß der Oszillograph maximale Oszillationen aufschreibt (NETZER).

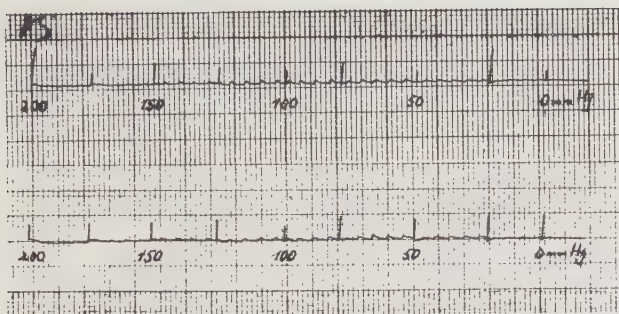
Beispiel eines Oszillogramms mit graphischer Darstellung
der oscillatorischen Indices.



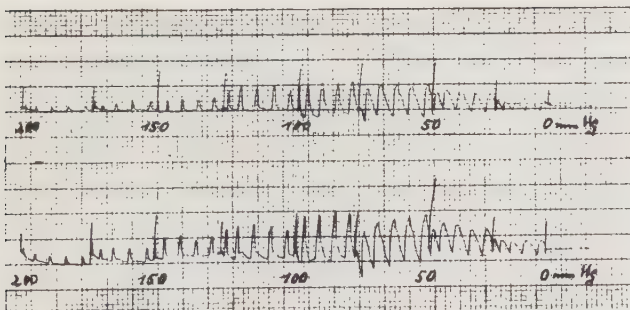
Oszillogramm des rechten und linken Oberschenkels.



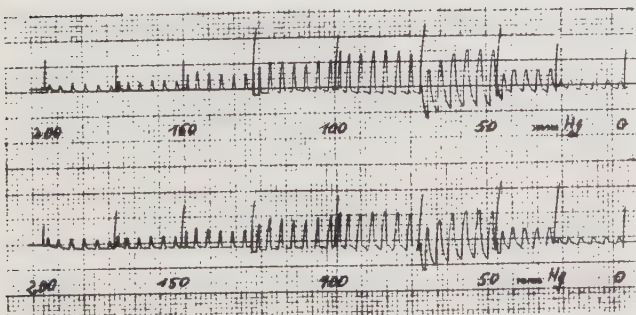
Graphische Darstellung oscillatorischer Indices.



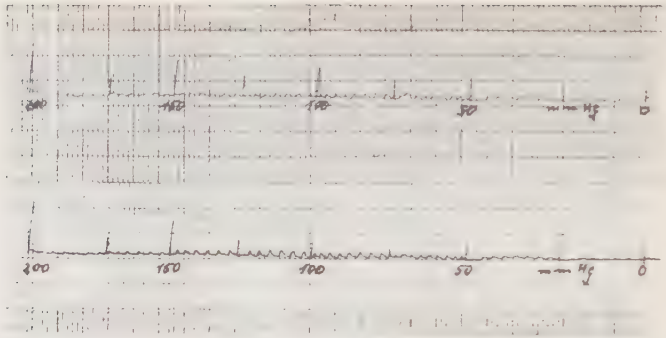
Oszillogramm des rechten und linken Fußes.



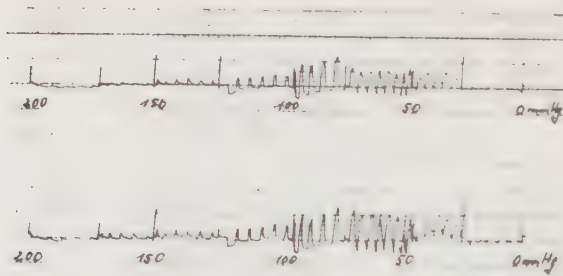
Oszillogramm des rechten und linken Unterschenkels.



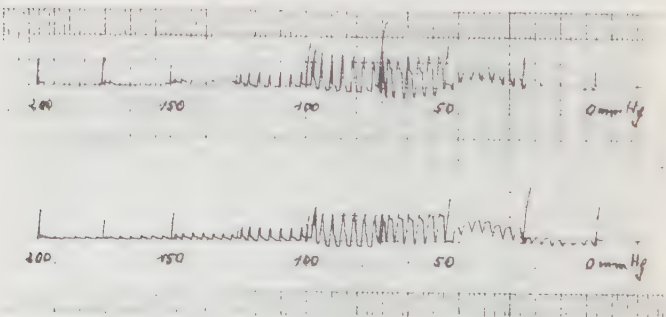
Oszillogramm des rechten und linken Oberschenkels.



Oszillogramm der rechten und linken Hand.



Oszillogramm des rechten und linken Unterarms.



Oszillogramm des rechten und linken Oberarms.

Ergebnisse vergleichender oszillographischer Messungen
an den Extremitäten in Abständen von jeweils 15 Minuten.

Untersuchungsergebnisse an: Oberarm - Oberschenkel
Unterarm - Unterschenkel

Anzahl der Personen: 15

Anzahl der Untersuchungen: 5

Die graphische Darstellung der ausgewerteten Oszillogramme zeigt in allen Versuchen eine charakteristische Verlaufsform. Sie zeigt einen aufsteigenden und einen absteigenden Schenkel. Der höchste Punkt und somit auch der größte Zeigerausschlag liegt bei einem Druck von 75 mm Hg. Dies ist durchwegs bei allen Untersuchungen der Fall. Dann fällt die Kurve ungefähr ihrem Anstieg entsprechend wieder ab. Sie verläuft aber nicht zum Nullpunkt zurück, sondern bleibt bei 200 mm Hg in einem Bereich, der zwischen 0,5 und 2 mm Amplitudengröße liegt. Es wurde die Beobachtung gemacht, daß sich die Amplitudenhöhe und somit die Art der Kurve an Oberschenkel - Unterschenkel und an Oberarm - Unterarm ungefähr gleich sind. An Fuß und Hand sind die Ausschläge wesentlich geringer.

Bringen wir die Kurven und Werte der nachfolgend ange-
stellten Untersuchungen in Beziehung zu der ersten Un-
tersuchung, so kann man sagen, daß sie sich nicht we-
sentlich von dieser abheben. (Abb. 4, 5, 6 Tab. 4, 5, 6).
Die Abweichungen nehmen mit der Höhe der Amplitude zu,
erreichen bei 75 mm Hg ihren höchsten Punkt und fallen
dann wieder ab. Die Abnahme erfolgt aber nicht entsprechend
dem Anstieg.

Betrachtung der Mittelwerte der ersten Messung in Bezug zu den Mittelwerten der Abweichungen von 2., 3. und 4. Messung, an

A. Oberschenkel - Oberarm

Manschetten- druck in mm Hg	25	50	75	100	125	150	175	200
Mittelwerte der ersten Messung	1,5	3,5	7,1	6,9	5,6	3,8	2,3	1,7
Mittelwerte der Abweichungen v. 2.3.4. Messung	0,72	0,69	1,5	1,1	1,09	1,2	0,9	1

Tab. 1

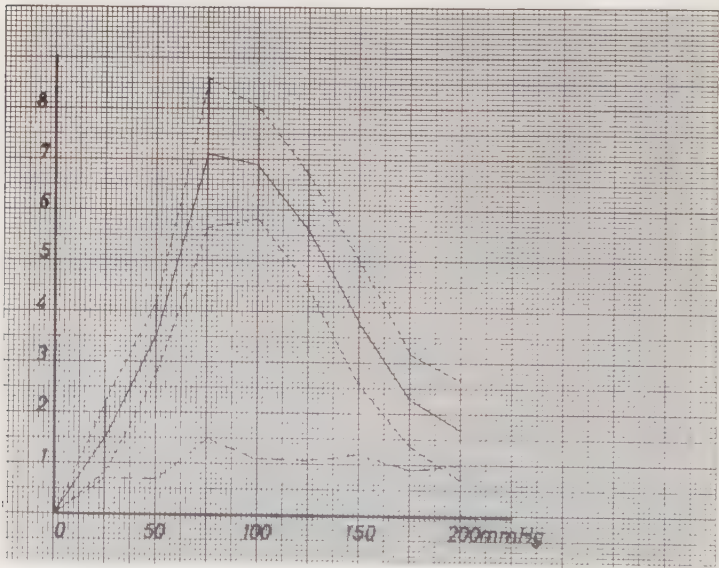


Abb. 1. Graphische Darstellung der Beziehung der Mittelwerte der 1. Messung zu den Mittelwerten der Abweichungen von 2., 3., und 4. Messung.

Zeichenerklärung: — Mittelwerte der 1. Messung
----- Mittelwerte der Abweichungen

B. U n t e r s c h e n k e l - U n t e r a r m

Manschetten- druck in mm Hg	25	50	75	100	125	150	175	200
Mittelwerte der 1. Messung	1,85	4,05	6,87	8,07	6,66	4,27	2,8	2,08
Mittelwerte der Abweichungen v. 2.3.4.Messung	0,72	0,87	1,55	1,28	1,25	1,06	0,9	0,9

Tab. 2

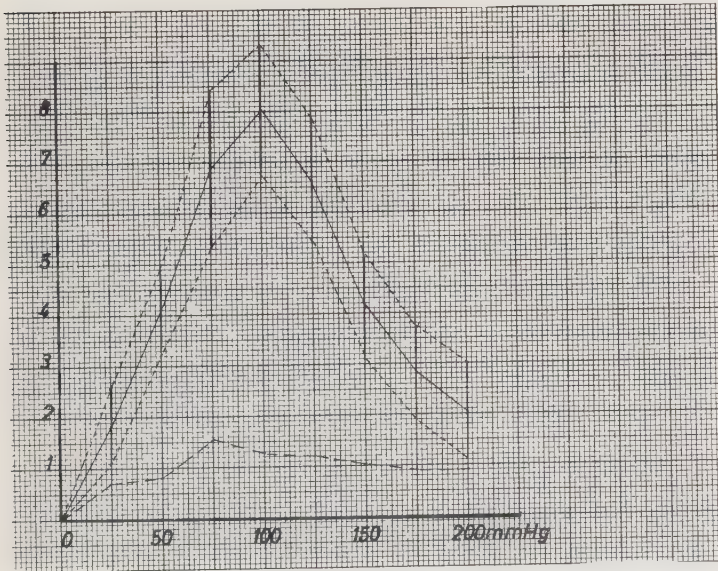


Abb. 2 Graphische Darstellung der Beziehung der Mittelwerte der ersten Messung zu den Mittelwerten der Abweichungen v. 2., 3., und 4. Messung.

Zeichenerklärung: — Mittelwerte der ersten Messung
 ---- Mittelwerte der Abweichungen

Bei einem Manschettendruck von 25 mm Hg bis 50 mm Hg ist der Mittelwert aller Abweichungen nicht größer als 0,5 mm Hg bis 0,7 mm Hg. Maximale Abweichungen von der Größe des zuerst gemessenen oszillographischen Ausschlages sind oft vorhanden und als normal anzusehen, bzw. als obere Grenze des Physiologischen zu betrachten. Bei niedrigen Drucken bis 50 mm Hg können also nachfolgend angestellte Untersuchungen um das Ausmaß des ersten Oszillometerauschlages differieren, ohne als pathologisch angesehen werden zu müssen.

Anders wird es bei den Druckverhältnissen von 50 mm Hg aufwärts bis 200 mm Hg. Die größte Abweichung wurde bei 75 mm Hg festgestellt mit einem Mittelwert von 1,5 mm, bei einer Amplitude von rund 7 mm. Maximale Abweichungen bis zu 3 mm kamen vor. Bei einem Manschettendruck von 100 mm Hg nahm der Mittelwert der Abweichung um rund 0,5 mm ab und verlief mit minimalsten Abänderungen in einer Höhe von 1 mm bis zu einem Druck von 200 mm Hg. (Abb. 1 und 2 Tab. 1 und 2).

Untersuchungsergebnisse an: Hand - Fuß

Anzahl der Personen: 15

Anzahl der Untersuchungen: 5

An Hand und Fuß sind die Ausschläge des Oszillographen geringer. Bei oberflächlicher Betrachtung müßte man annehmen, daß die Mittelwerte der Differenzen an Hand und Fuß entsprechend der niedrigeren Amplituden bei allen Druckstufen ebenso geringer geworden seien als die Amplitudenkurve. Bis zu einem gewissen Grade stimmt das. Die Abweichungen sind aber nicht in dem Verhältnis kleiner geworden, mit dem die Amplituden an Hand und Fuß abnahmen. Dies zeigen Abb. 3 Tab. 3.

Bei einem Manschettendruck von 0 mm Hg bis 50 mm Hg beträgt die mittlere Abweichung 0,5 mm. Bei 75 mm Hg Manschettendruck ist wiederum das Maximum der Abweichung mit 0,75 mm erreicht. Danach senkt sich die Kurve um 0,25 mm und läuft mit einer mittleren Abweichung von 0,5 mm von der ersten Messung, durch alle nachfolgend gesetzten Manschettendrucke bis 200 mm Hg.

In Abb. 3 a sind die Mittelwerte der Abweichungen an Oberarm - Oberschenkel, Unterarm - Unterschenkel und Hand - Fuß nochmals gesondert dargestellt. Daraus ist zu erkennen, daß die Abweichungen an Oberarm - Oberschenkel, Unterarm - Unterschenkel fast gleich sind.

Druck - Tabelle

Manschettendruck in mm Hg	25	50	75	100	125	150	175	200
Mittelwerte d. 1. Messung	0,73	0,97	1,35	1,14	0,9	0,7	0,7	0,6
Mittelwerte d. Abweichungen v. 2.3.4. Messg.	0,55	0,55	0,75	0,55	0,52	0,52	0,5	0,5

Tab. 3

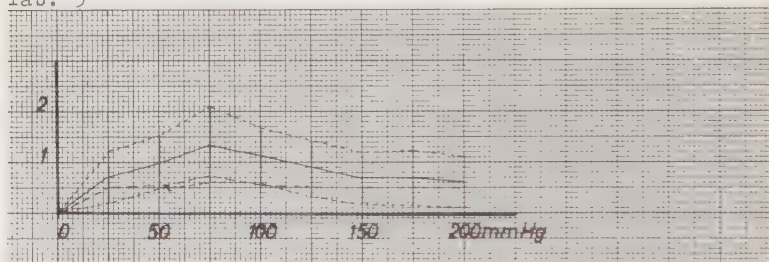


Abb. 3 Graphische Darstellung der Beziehung d. Mittelwerte d. 1. Messung zu den Mittelwerten d. Abweichungen v. 2., 3. u. 4. Messung.

Zeichenerklärung: — Mittelwert d. 1. Messung
 ---- Mittelwert d. Abweichungen

D. Vergleich der Mittelwerte der Abweichungen an Oberschenkel - Oberarm, Unterschenkel - Unterarm und Fuß - Hand.

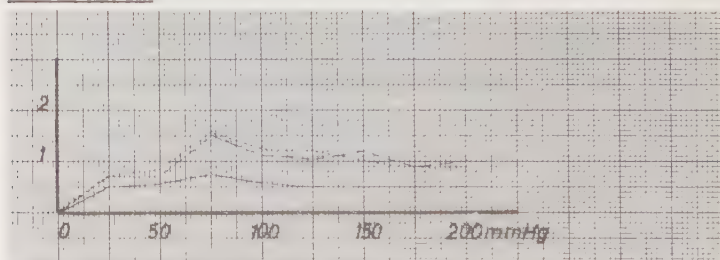


Abb. 3 a : — Fuß - Hand; ---- Oberschenkel - Oberarm
 ... Unterschenkel - Unterarm

Graphische Darstellung der Mittelwerte der 1. Messung
verglichen mit den Mittelwerten der 2., 3., 4. Messung
an

A. Oberschenkel - Oberarm

Manschettendruck in mm Hg	25	50	75	100	125	150	175	200
Mittelwerte d. 1. Messung	1,5	3,5	7,1	6,9	5,6	3,8	2,3	1,7
Mittelwerte d. 2., 3., 4. Messung	1,41	3,26	6,8	6,79	5,34	3,32	2,11	1,4

Tab. 4

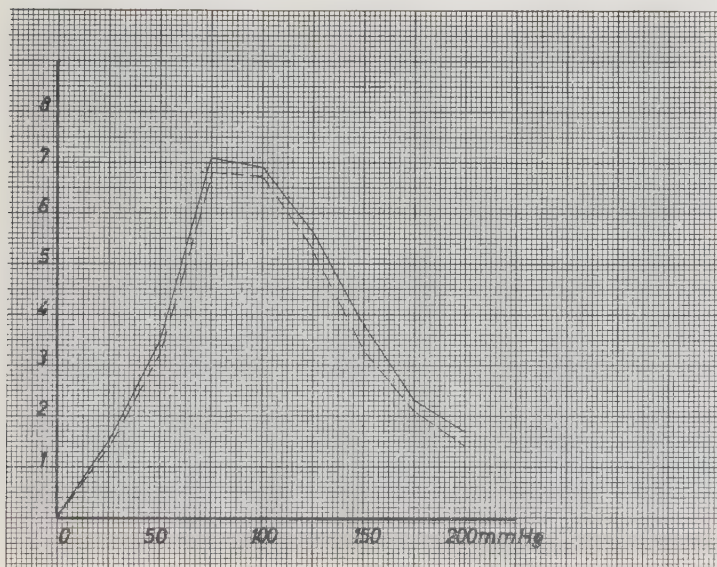


Abb. 4 ——— Mittelwert der 1. Messung
----- Mittelwert der 2., 3. und 4. Messung

B. U n t e r s c h e n k e l - U n t e r a r m

Manschetten- druck in mm Hg	25	50	75	100	125	150	175	200
Mittelwert d. 1. Messung	1,85	4,05	6,87	8,07	6,66	4,27	2,8	2,08
Mittelwert d. 2.,3.,4. Messung	1,87	4,22	6,59	8,23	6,09	4,27	2,6	1,84

Tab. 5

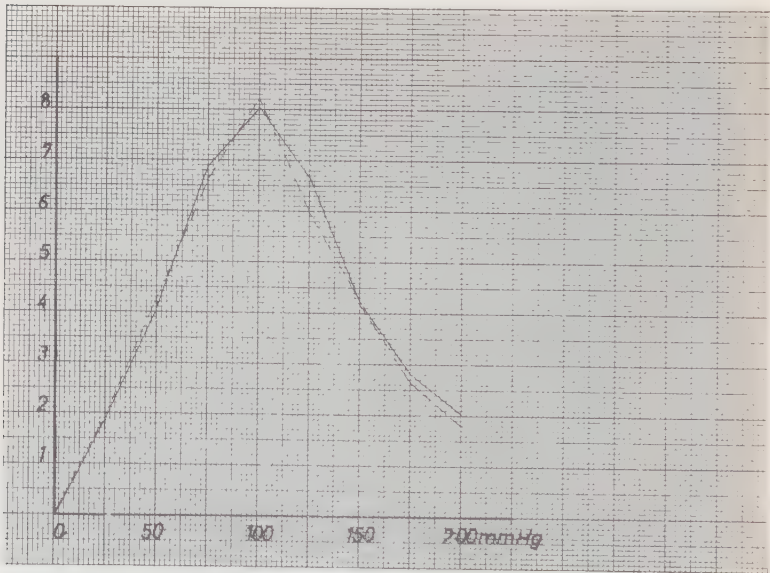


Abb. 5 — Mittelwert der 1. Messung
 - - - Mittelwert der 2., 3. und 4. Messung

C. Fuß - Hand

Manschettendruck in mm Hg	25	50	75	100	125	150	175	200
Mittelwert d. 1. Messung	0,73	0,97	1,35	1,14	0,9	0,77	0,7	0,66
Mittelwert d. 2., 3., 4. Messung	0,79	1,19	1,51	1,36	1,02	0,82	0,7	0,71

Tab. 6

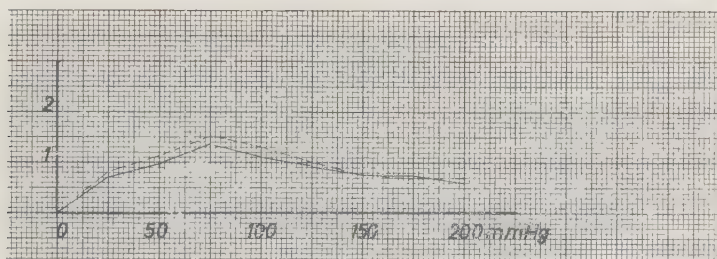


Abb. 6 ——— Mittelwert d. 1. Messung
 ----- Mittelwert d. 2., 3. und 4. Messung

Zu den graphischen Darstellungen:

In der Ordinate sind die Ausschläge des Oscillographen in Millimeter Hg angegeben. Zehn Millimeter der Zeichnung entsprechen einem Millimeter Zeigerausschlag.

In der Abszisse die Manschettendrucke in mm Hg.

Bei diesen Versuchen ging es darum festzustellen, inwieweit bei den oszillographischen Untersuchungen Veränderungen in der Durchblutung auftreten. Es ist leicht denkbar, daß durch das Anlegen der Manschetten und durch das mehrmalige Belasten der Extremitäten bei öfters nacheinander durchgeführten Untersuchungen, die oszillographischen Ergebnisse sich ändern könnten, so daß eine veränderte, nicht den tatsächlichen Zuständen entsprechende oszillographische Aufzeichnung ein unwirkliches Bild des Krankheitsprozesses gibt.

Durch den gesetzten maximalen Druck von 200 mm Hg kommt es zu einer Behinderung, teilweise sogar zu einer Unterbindung des Blutstromes an den Extremitäten. Dadurch kann es zu Veränderungen kommen, die einerseits in den distalen Teilen der Extremitäten eine venöse Stauung bedingen; andererseits kommt es durch den Druck der Manschetten, an der direkt dem Manschettendruck ausgesetzten Stelle zu einer Anämie des darunterliegenden Gewebes. Wird nun der Druck herabgesetzt, so kommt es zu einem vermehrten Einströmen des Blutes, demzufolge es zu einer länger dauernden hyperämischen Reaktion kommt. Die hyperämische Reaktion ist so minimal, bedingt durch das langsame Nachlassen des Druckes, daß sie durch die verhältnismäßig grobe Methode der Oszillographie nicht festzustellen ist.

Zusammenfassung:

- 30 -

Zusammenfassend kann man sagen, daß Messungen, die in kurzfristigen Abständen nacheinander folgen, keine wesentlichen Differenzen der Amplituden aufweisen. Die Abweichungen, die auftreten, muß man nicht unbedingt auf eine Änderung der Durchblutung zurückführen. Ihre Ursache läßt sich wahrscheinlich mit der Art und Weise der Untersuchung begründen, wobei nicht ganz auszuschließen ist, daß geringste Durchblutungsänderungen auftreten können. Das muß aber nicht unbedingt der Fall sein. Die Amplitudendifferenzen, d.h. die Abweichungen der nachfolgenden Untersuchungsergebnisse von den ersten sind so gering, daß ihre Ursache in der immer bei vergleichenden Untersuchungen solcher Art bestehenden untersuchungstechnischen Mängel begründet liegen kann.

Die Größe der Amplitude sagt dabei nicht unbedingt etwas aus über die Durchblutung einer Extremität. Sie ist ja bekanntlich von verschiedenen Faktoren abhängig. Auch kann man die erworbenen Mittelwerte der Abweichungen nicht als unbedingten Maßstab nehmen. Abweichungen von der ersten Untersuchung um das Doppelte des Mittelwertes kamen vor. Allerdings war das nicht häufig und wenn, dann nur in Druckverhältnissen, die zwischen den physiologischen, systolischen und diastolischen Blutdruckwerten der untersuchten Person lagen.

Bei den Untersuchungen an Oberschenkel - Oberarm, Unterschenkel - Unterarm kam es nicht vor, daß Abweichungen auftraten, die Differenzen um das Zweifache und mehr der ersten Untersuchung aufwiesen. Lediglich an Hand und

Fuß wurde das beobachtet. Die Ausschläge betrugen hier nur wenige Millimeter bis zu Bruchteilen von Millimetern. Bei geringsten Veränderungen, sei es bei der Durchblutung, was sehr unwahrscheinlich ist, oder bei der Versuchsanordnung, können sich diese geringen Ausschläge leicht verdoppeln. Hier muß das Untersuchungsoszillogramm besonders kritisch betrachtet werden.

Durch den Oszillographen werden mehr oder weniger nur die Verhältnisse in den großen und mittelgroßen Gefäßen gemessen, aber nicht in den Kapillaren. Daher kann man auch eine Veränderung im Kapillarkreislauf nicht absolut oszillographisch feststellen. Wie man an den Untersuchungsergebnissen ersehen wird, äußert sich diese Veränderung überhaupt nicht oder nur sehr schwach an den oszillographischen Ergebnissen kurz aufeinanderfolgender Untersuchungen.

Weiterhin wäre es möglich, daß durch die oben angeführte venöse Stauung während der Untersuchung es zu einem größeren, nicht der Wirklichkeit entsprechenden Zeigerausschlag kommen könnte. Bei langsamem Anstieg des Druckes schließen sich immer zuerst die wandschwächeren venösen Gefäße vor den wandkräftigeren arteriellen. Die durch diese Tatsache bedingte geringe Erhöhung des Druckes in den Gefäßen verursacht sicher eine leichte Amplitudenvergrößerung. Da sie aber immer vorhanden ist, braucht man keine Abgrenzung gegenüber der Gesamtamplitude. Absolute oszillographische Werte lassen sich auf keinen Fall aufstellen.

Ergebnisse vergleichender oszillographischer Messungen
an den Extremitäten, an fünf nacheinanderfolgenden Tagen.

In diesem Abschnitt gilt es zu erfahren, ob oszillographische Änderungen der Durchblutung einer Extremität an verschiedenen Tagen festzustellen sind. Die Untersuchungen wurden nur an Patienten unternommen, die nachweislich keine Durchblutungsstörungen besaßen und keine Herz- und Kreislaufstörungen hatten. Oszillographische Untersuchungen an den Extremitäten an verschiedenen Tagen können Differenzen aufweisen, die im Bereich des Physiologischen liegen können oder die schon auch als pathologisch zu werten sind. Die Frage, wie groß die Abweichung an den einzelnen Stellen der Extremitäten sein darf, wurde in diesem Abschnitt geklärt.

Besonders hier kam es auf eine exakte Versuchsanordnung an. Das Oszillogramm wurde unter den gleichen Bedingungen der vorangegangenen Untersuchung abgenommen. (Die Manschetten waren in gleicher Höhe des Vortages angelegt; die Person war in Rückenlage usw.) Besonders wichtig schien es hierbei, daß die Personen ausgeruht waren und nicht vorher durch irgendeine Tätigkeit ihren Kreislauf belastet hatten.

Untersuchungsergebnisse an: Oberarm - Oberschenkel
 Unterarm - Unterschenkel

Anzahl der Personen: 15

Anzahl der Untersuchungen: 5

Betrachtet man die graphische Darstellung der Mittelwerte der normalen Ausschläge mit den Mittelwerten der Abweichungen von den nachgefolgten Messungen, so stellt man fest, daß wesentliche Änderungen in der Abweichung nicht vorhanden sind. Bei einem Manschettendruck von 25 mm Hg ist die mittlere Abweichung 0,7 mm bei einer normalen mittleren Amplitude von etwa 1,5 mm. Der Unterschied beträgt also etwa die Hälfte der Amplitude. Messungen bei einem Druck von 15 mm Hg ansteigend bis 150 mm Hg zeigen, daß die Abweichungen grundsätzlich bis zu einem Druck von 75 mm Hg oder 100 mm Hg zunehmen und dann wieder abfallen. Die größte mittlere Differenz betrug hier 1,8 mm. Im Einzelfall fand man Abweichungen von $\frac{1}{3}$ des Amplitudenausschlages der ersten Messung. Die Kurve der mittleren Abweichung fällt, im Gegensatz zur Kurve der mittleren Amplitudenausschläge, von 125 mm Hg bis 200 mm Hg flach ab. Die mittlere Abweichung bei 150 mm Hg ist konstant $\frac{1}{3}$ des mittleren Amplitudenwertes. Bei 175 mm Hg und 200 mm Hg kann die Differenz um den Betrag des Amplitudenausschlages ansteigen, die Amplitudenhöhe sich also verdoppeln. Die mittlere Abweichung beträgt hier die Hälfte des oszillographischen Ausschlages (Tab. 7 Abb. 7 - Tab. 8 Abb. 8).

Betrachtung der Mittelwerte d. 1. Messung in Bezug zu den Mittelwerten der Abweichungen von 2., 3., 4. und 5. Messung an

A. Oberschenkel - Oberarm

Manschetten- druck in mm Hg	25	50	75	100	125	150	175	200
Mittelwert d. 1. Messung	1,4	3,7	6,5	7,1	5,2	2,9	1,8	1,3
Mittelwert d. Abweichungen v. 2., 3., 4. 5. Messg	0,75	1,05	1,45	1,7	1,7	1,05	0,7	0,6

Tab. 7

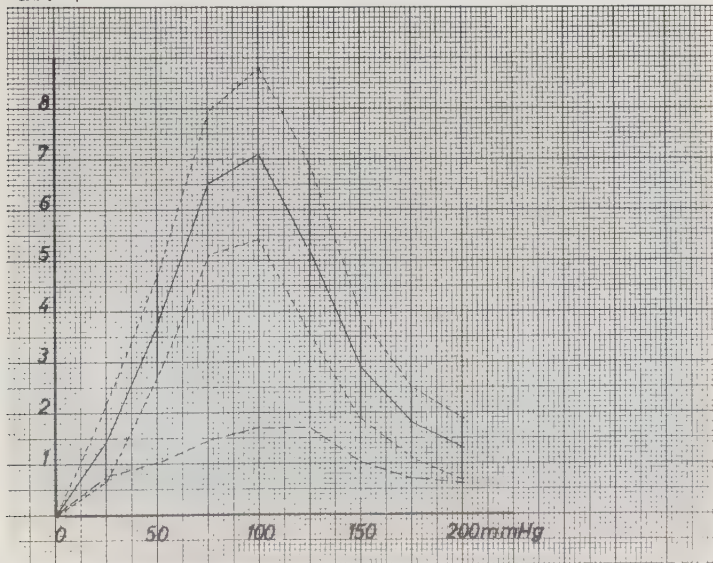


Abb. 7 Graphische Darstellung der Beziehung der Mittelwerte der 1. Messung zu den Mittelwerten der Abweichungen v. 2., 3., 4. und 5. Messung.

Zeichenerklärung: — Mittelwert d. 1. Messung
 ---- Mittelwert d. Abweichungen

B. Unterschenkel - Unterarm

Manschetten- druck in mm Hg	25	50	75	100	125	150	175	200
Mittelwert d. 1. Messung	1,45	3,6	5,9	5,8	4,6	3	1,9	1,3
Mittelwert d. Abweichg.v.2., 3.,4.,5.Messg.	0,65	1,25	1,8	1,6	1,4	1,2	0,85	0,75

Tab. 8

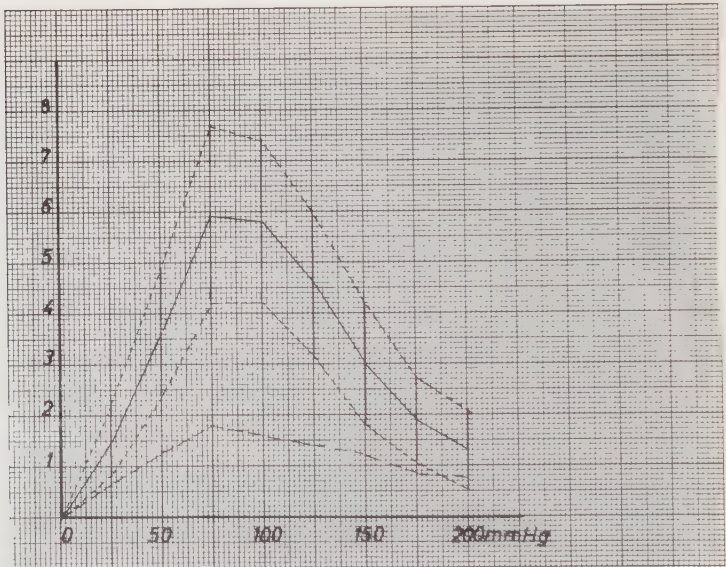


Abb. 8 Graphische Darstellung der Beziehung der Mittelwerte der 1. Messung zu den Mittelwerten der Abweichungen v. 2., 3., 4., 5. Messung.

—— Mittelwert d. 1. Messung
---- Mittelwert d. Abweichungen.

Untersuchungsergebnisse an: Hand - Fuß

Anzahl der Personen: 15

Anzahl der Untersuchungen: 5

An Hand und Fuß sind die oszillographischen Mittelwerte der Amplituden wesentlich geringer. Sie entsprechen den Druckverhältnissen von 25 mm Hg, 50 mm Hg, 175 mm Hg und 200 mm Hg an Oberarm - Oberschenkel, Unterarm - Unterschenkel. Die mittlere Abweichung beträgt in allen Druckstufen 0,5 bis 0,7 mm. Bei 25 mm Hg verdoppelt sich der mittlere Amplitudenausschlag. Die Abweichung von der ersten Messung kann bei 75 mm Hg (Druck des größten Ausschlages) zwei Drittel ihres Wertes ausmachen. Die mittlere Amplitude nimmt dann bis 200 mm Hg langsam fallend ab und die mittlere Abweichung erreicht wieder das Ausmaß der mittleren Amplitude. (Tab. 9 Abb. 9).

Die mittleren Differenzen nehmen also nicht im Verhältnis zur Amplitudenkurve zu, noch fallen sie ab.

Abb. 9 a zeigt die Beziehung der mittleren Abweichungen zueinander an Oberschenkel - Oberarm, Unterschenkel - Unterarm und Fuß - Hand. Aus der graphischen Darstellung geht hervor, daß die mittleren Abweichungen an Oberschenkel - Oberarm und Unterschenkel - Unterarm ungefähr die gleichen Ausmaße zeigen, wie sich ja auch die mittleren Amplitudenwerte sehr ähnlich sind. Die mittlere Abweichung an Hand - Fuß ist davon stark differierend. Bei Drucken zwischen 75 mm Hg und 150 mm Hg beträgt sie die Hälfte bzw. ein Drittel der oben erwähnten Ausschläge. Bei den übrigen gesetzten Manschettendrucken sind sie sich in ihrem Ausmaß der Abweichung ungefähr gleich. Die Abweichungen an Fuß und Hand sind gegenüber den Amplituden verhältnismäßig groß. Eine Verdopplung des oszillometrischen Ausschla- ges in allen Druckstufen bei nachfolgenden Messungen ist hierbei nicht von Bedeutung und durchaus noch im Bereich des Normalen.

Fuß - Hand

Manschetten- druck in mm Hg	25	50	75	100	125	150	175	200
Mittelwert d. 1. Messung	0,55	0,85	1,1	1	0,85	0,6	0,55	0,55
Mittelwert d. Abweichg.v.2., 3.,4.,5.Messg.	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6	0,55	0,55	0,6

Tab. 9

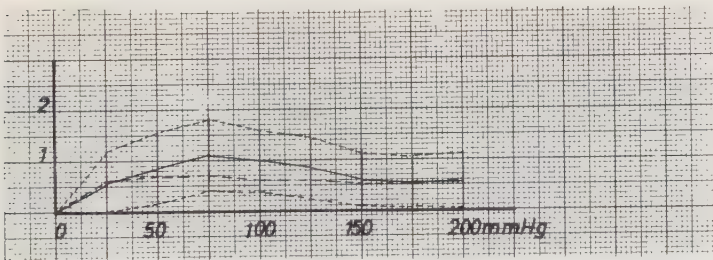


Abb. 9 Graphische Darstellung der Beziehung der Mittelwerte der 1. Messung zu den Mittelwerten der Abweichungen v. 2., 3., 4. und 5. Messung.

———— Mittelwert der 1. Messung
 ----- Mittelwert der Abweichungen

D. Vergleich der Mittelwerte der Abweichungen an
Ob.-Schenkel - Ob.Arm, Unterschenkel - Unterarm,
Fuß - Hand.

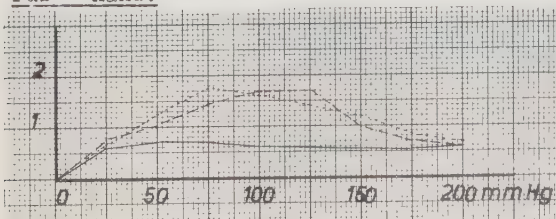


Abb. 9 a ——— Fuß - Hand, ---- Ob.-Schenkel - Ob.-Arm
 Unterschenkel - Unterarm.

Nachdem die Abbildungen 7, 8, 9 leicht zu der Annahme verleiten, die Abweichungen würden verhältnismäßig groß sein, wurden die Mittelwerte der ersten Messung mit den Mittelwerten der anderen Untersuchungen verglichen. Dabei zeigt es sich, daß bei graphischer Darstellung die Werte einander sehr nahe kommen. (Tab. 10, 11, 12, Abb. 10, 11, 12). Wenn die Differenz beider Kurven nicht genau mit dem Betrag der mittleren Abweichungen übereinstimmt, so ist die Ungenauigkeit wohl in der statistischen Auswertung zu suchen, in der die Hundertstel der Dezimale abgerundet wurden. Für die praktische Auswertung eines Oszillogramms ist das von geringer Bedeutung.

Graphische Darstellung der Mittelwerte d. 1. Messung
verglichen mit den Mittelwerten der 2., 3., 4., 5. Messg.
A. O b e r s c h e n k e l - O b e r a r m

Manschetten- druck in mm Hg	25	50	75	100	125	150	175	200
Mittelwert d. 1. Messung	1,35	3,7	6,5	7,1	5,2	2,9	1,8	1,3
Mittelwert d. 2., 3., 4., 5. Messung	1,59	3,87	6,79	7,68	5,32	2,6	1,69	1,22

Tab. 10

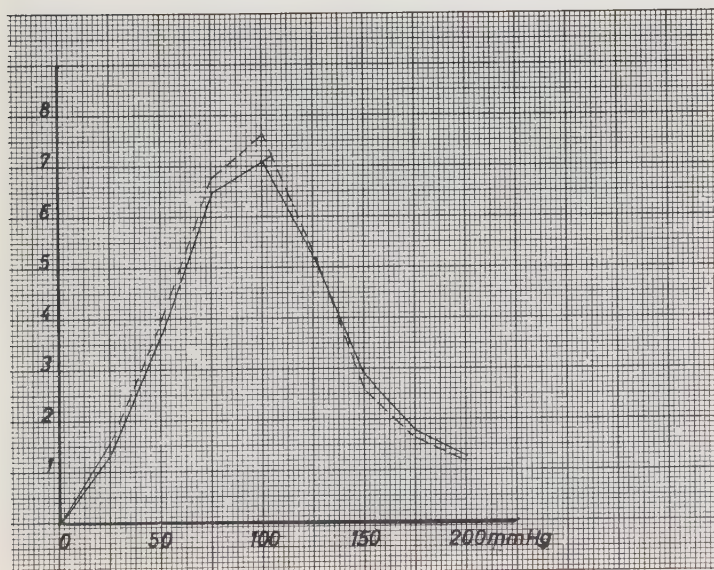


Abb. 10 — Mittelwert d. 1. Messung
 ---- Mittelwert d. 2., 3., 4. und 5. Messung

B. Unterschenkel - Unterarm

Manschettendruck in mm Hg	25	50	75	100	125	150	175	200
Mittelwert d. 1. Messung	1,45	3,6	5,9	5,8	4,6	3	1,9	1,3
Mittelwert d. 2., 3., 4., 5. Messung	1,52	3,62	5,77	6,67	5,1	3,3	2,1	1,5

Tab. 11

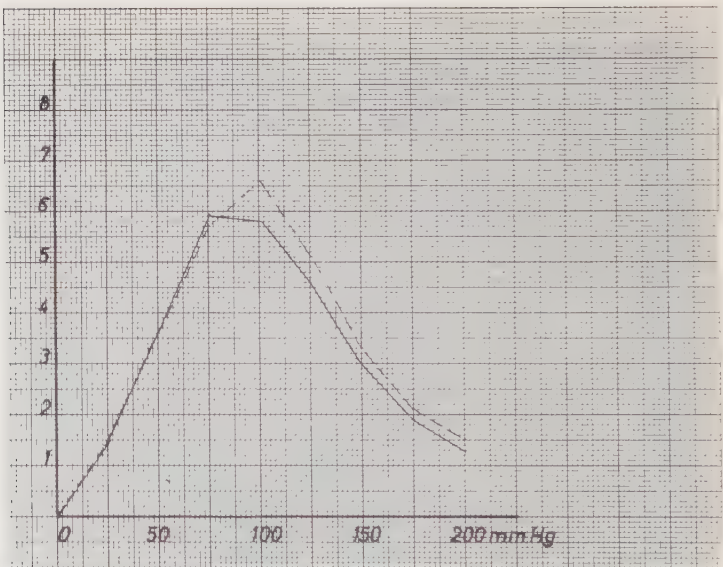


Abb. 11 — Mittelwert d. 1. Messung
 ----- Mittelwert d. 2., 3., 4.
 und 5. Messung

C. F u ß - H a n d

Manschetten- druck in mm Hg	25	50	75	100	125	150	175	200
Mittelwert d. 1. Messung	0,55	0,85	1,1	1	0,85	0,6	0,5	0,55
Mittelwert d. 2., 3., 4., 5. Messung	0,64	1	1,2	1,31	0,96	0,86	0,7	0,56

Tab. 12



Abb. 12 Mittelwert d. 1. Messung ———
Mittelwert d. 2., 3., 4., 5. Messung ----

Oszillographische Erfassung der Durchblutungsdifferenz
zwischen rechten und linken Extremitäten.

Der Wert eines Oszillogramms in der Diagnostik nur einer Extremität ist sehr umstritten, wenn kein Vergleich mit dem entsprechenden Abschnitt der anderen Extremität stattfindet. Bei der Beurteilung eines einzelnen Oszillogramms lassen sich nur größere pathologische Veränderungen sicher feststellen. Hohe oder niedrige Amplituden besagen ja noch lange nichts über einen möglichen krankhaften Zustand. Ein Verschluß einer größeren Arterie läßt sich leicht oszillographisch nachweisen, auch wenn es nicht beidseitig abgenommen wurde. Veränderungen aber, die nicht abrupt erfolgen, sondern langsam und noch nicht voll entwickelt sind, werden mit einem einseitigen Oszillogramm kaum festzustellen sein. In diesem Falle führt nur das doppelseitige Oszillogramm weiter. Damit kann genau die Differenz in der Durchblutung zwischen rechter und linker Extremität festgestellt werden. Trotz doppelseitiger Oszillographie ist es in Grenzfällen nicht leicht, eine positive oder negative Entscheidung zu treffen. Die Übergänge von gesunden Verhältnissen in krankhafte Zustände sind zu fließend als daß ein genaues Maß angegeben werden könnte. Dazu kommt, daß bei jedem Menschen das Oszillogramm verschieden ist, wodurch eine exakte Grenze zwischen physiologischen und pathologischen Verhältnissen noch mehr verwischt wird. Voll ausgebildete Krankheitsbilder sind durch die doppelseitige Oszillographie meistens klar zu

erkennen. Nun ist es aber gerade bei Durchblutungsstörungen (kann Mehr- oder Minderdurchblutung sein) wichtig, die Anfänge zu erfassen, um sie entsprechend therapeutisch mit Erfolg angehen zu können. Aus diesem Grunde wurden die Durchblutungsverhältnisse zwischen linken und rechten Extremitäten graphisch dargestellt.

Untersuchungsergebnisse an:

Oberschenkel - Oberarm

Unterschenkel - Unterarm

Anzahl der Personen: 30

Anzahl der Untersuchungen: 150

Die graphische Darstellung an Oberschenkel - Oberarm, Unterschenkel - Unterarm zwischen rechter und linker Extremität zeigt, daß der Unterschied in der Durchblutung im Normalfall sehr gering ist. Bei Druckverhältnissen von 0 mm Hg bis einschließlich 75 mm Hg ist eine Differenz nur in Bruchteilen von Millimetern nachzuweisen. Von 75 mm Hg an bis 125 mm Hg divergieren die Kurven etwas mehr und es läßt sich bei 100 mm Hg ein mittleres Maximum von 1,2 mm ausmachen. Von 125 mm Hg an aufwärts nimmt der Unterschied wieder ungefähr in dem Maße ab, wie er angestiegen ist. (Abb. 13 Tab. 13, Abb. 14 Tab. 14).

Oscillographische Erfassung der Durchblutungsdifferenz zwischen rechten und linken Extremitäten.

A. O b e r s c h e n k e l - O b e r a r m

Manschetten- druck in mm Hg	25	50	75	100	125	150	175	200
Mittelwert d. rechten Extre- mität	1,62	3,9	6,9	8,3	5,5	2,7	1,7	1,2
Mittelwert d. linken Extre- mität	1,56	3,8	6,6	7,06	5,1	2,6	1,6	1,2

Tab. 13

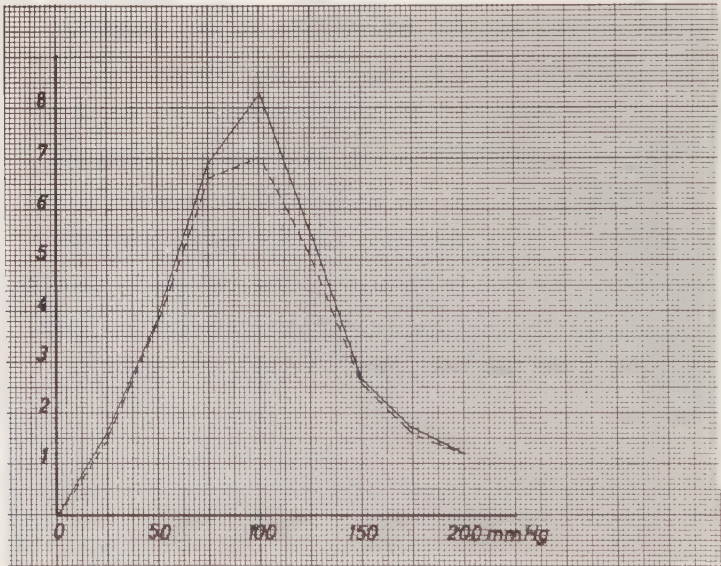


Abb. 13 Graphische Darstellung oscillographischer Meßunterschiede zwischen rechter und linker Extremität.

Zeichenerklärung: ——— rechte Extremität
 ----- linke Extremität

3. Unterschenkel - Unterarm

Manschetten- druck in mm Hg	25	50	75	100	125	150	175	200
Mittelwert d. rechten Extre- mität	1,42	3,35	5,45	6,37	5,1	3,26	2,09	1,45
Mittelwert d. linken Extre- mität	1,62	3,9	6,1	6,98	5,13	3,35	2,2	1,55

Tab. 14

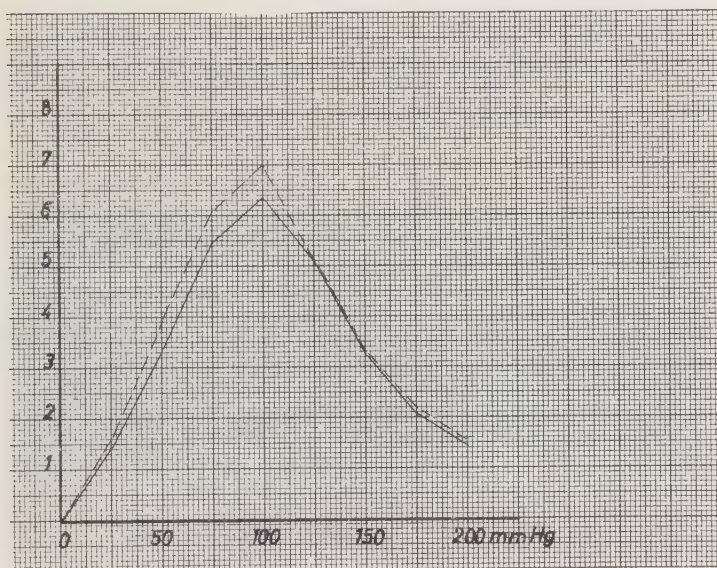


Abb. 14 Graphische Darstellung oscillographischer Meß-
unterschiede zwischen rechter und linker Ex-
tremität.

Zeichenerklärung: — rechte Extremität
----- linke Extremität

Untersuchungsergebnisse an: Fuß - Hand

Anzahl der Personen: 30

Anzahl der Untersuchungen: 150

An Fuß und Hand sind die oszillographischen Ausschläge sehr gering. Sie schwanken im Normalfall zwischen Bruchteilen von Millimetern und 1 bis 2 mm Höhe. Die mittlere Differenz zwischen zwei Extremitäten beträgt nach dem Untersuchungsergebnis nicht einmal einen Millimeter, sondern nur Bruchteile davon.
(Abb. 15 Tab. 15).

C. F u ß - H a n d

Manschetten- druck in mm Hg	25	50	75	100	125	150	175	200
Mittelwert d. rechten Extre- mität	0,61	1,01	1,2	1,29	1,01	0,91	0,8	0,59
Mittelwert d. linken Extre- mität	0,68	1,02	1,3	1,33	0,9	0,81	0,6	0,54

Tab. 15

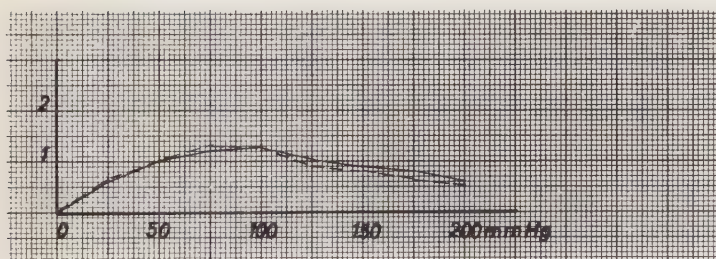


Abb. 15 Graphische Darstellung oscillographischer Meß-
unterschiede zwischen rechter und linker Ex-
tremität.

Zeichenerklärung: ——— rechte Extremität
----- linke Extremität

Diese Angaben sagen nur etwas aus, über die mittleren Differenzen zwischen rechter und linker Extremität. Im Einzelfall können die Unterschiede wesentlich höher sein, ohne als krankhaft angesehen werden zu müssen. So kann bei Drucken von 75 mm Hg bis 125 mm Hg an Oberschenkel - Oberarm und Unterschenkel - Unterarm, bei denen eine mittlere Differenz von 0,7 bis 1,2 mm festgestellt wurde, ein Unterschied von 2 bis 3 mm Amplitudenhöhe vorkommen. Bei niedrigerem und bei höherem Manschettendruck (0 mm Hg, 25 mm Hg, 50 mm Hg, 150 mm Hg, 175 mm Hg und 200 mm Hg) ist der Unterschied in der Durchblutung zweier Extremitäten im Einzelfall nicht größer als 1,5 mm. Dabei kommt es leicht vor, daß die eine Extremität eine nochmal so hohe Amplitude aufweist als die entsprechende andere, da bei diesen Druckverhältnissen die Amplitude keinen hohen Wert aufzuweisen hat.

Die Auswertung ergibt also, daß bei Druckstufen, die der Blutdruckamplitude entsprechen, die Differenz in der Durchblutung zwischen zwei Extremitäten oszillographisch gemessen am größten ist. Hier wird man also beginnende krankhafte Vorgänge, die nur wenig das Oszillogramm ändern, schlecht erkennen. Bei niedrigen und hohen Manschettendruck, wo die möglichen Unterschiede nicht so groß sind, lassen sich oszillographisch die Verhältnisse viel eher klären. Man kann aber nie ein festes Maß angeben, sondern jeder einzelner Fall braucht seine besondere Betrachtungsweise. Die angegebenen Werte darf

man nicht als absolute Zahlen verwenden. Sie sind da, um ungefähr von den Größenverhältnissen eine Vorstellung zu erhalten.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Eingeleitet wurde die Arbeit mit einem kurzen geschichtlichen Abriß. Die verschiedenen Methoden einer Messung der Extremitätendurchblutung, die Beschreibung des Untersuchungsgerätes, die Methodik der Untersuchung und die diagnostischen Möglichkeiten der Oszillographie wurden in den folgenden Kapiteln abgehandelt. In kurzen Abschnitten wurde über die Auswertung der Oszillogramme und die Berechnung der Mittelwerte berichtet. Als Abschluß der allgemeinen Betrachtungen wurden Beispiele normaler Oszillogramme der verschiedenen Extremitätenabschnitte und eine graphische Darstellung oszillatorischer Indeces angeführt.

An 15 Personen wurden in Abständen von 15 Minuten oszillographische Messungen durchgeführt. Bringen wir die Werte der nachfolgend angestellten Untersuchungen in Beziehung zur ersten Untersuchung, so kann man sagen, daß sie sich nicht wesentlich von dieser unterscheiden. Höchstwerte der Abweichungen wurden bei einem Druck von 75 mm Hg festgestellt. Für Oberschenkel-Oberarm und Unterschenkel-Unterarm wurde eine mittlere Abweichung von 1,5 mm gefunden. An Hand und Fuß ist die mittlere Abweichung ebenfalls bei einem Druck von 75 mm Hg mit 0,75 mm am größten. Bei den übrigen Druckstufen sind an den genannten Extremitätenabschnitten die mittleren Abweichungen geringer. Die einzelnen Werte sind tabellarisch angeführt und graphisch übersichtlich dargestellt.

Das Verhalten der Mittelwerte der ersten Messung an den Extremitätenabschnitten zu den Mittelwerten der nachfolgend durchgeführten Messungen war Thema des nächsten Abschnittes. Die graphische Darstellung zeigt die geringen Differenzen, die an Oberschenkel-Oberarm bei 75 mm Hg 0,3 mm ausmachen, an Unterarm-Unterschenkel bei 75 mm Hg 0,2 mm und an Hand-Fuß bei 75 mm Hg 0,15 mm betragen.

Die Verlaufsform der graphisch dargestellten Oszillogramme ist bei allen Untersuchungen charakteristisch. Sie zeigt einen aufsteigenden und absteigenden Schenkel. Der höchste Punkt und somit der höchste Zeigerausschlag liegt abwechselnd bei einem Druck von 75 mm Hg und 100 mm Hg.

Anschließend wurden von 15 Personen an fünf nacheinanderfolgenden Tagen an den oben genannten Extremitätenabschnitten Oszillogramme angefertigt. Um Fehler auszuschalten, die durch das mehrmalige Anlegen der Manschetten an den verschiedenen Tagen auftreten könnten, wurden genau die Versuchsbedingungen des Vortages eingehalten; d.h., der Patient war in Rückenlage, er war ausgeruht und die Manschetten wurden an gleicher Stelle fest angelegt. Wichtig war dabei außerdem, daß die Lage der Manschetten an den entsprechenden Extremitätenabschnitten dieselbe war. Weiter hatten die untersuchten Personen keine Kreislaufkrankheiten und keine organischen Durchblutungsstörungen.

An Oberschenkel-Oberarm betrug bei einem Manschetten-
druck von 100 mm Hg die mittlere Abweichung 1,8 mm.

Die höchste mittlere Differenz an Unterschenkel-Unterarm war bei 75 mm Hg 1,5 mm. An Fuß-Hand betrug der Mittelwert der Abweichung 0,7 mm bei 75 mm Hg und ist damit fast so hoch wie der mittlere Wert des Amplitudenaus-schlages von 1,1 mm Höhe.

Im Folgenden wurden die Werte der mittleren maximalen Zeigerausschläge der ersten Messung und die Ergebnisse der nachfolgenden Messungen tabellarisch geordnet und graphisch dargestellt.

Zum Abschluß verwertete ich die Ergebnisse von 150 Oszillogrammen zur graphischen Darstellung der Durchblutungsverhältnisse zwischen rechten und linken Extremitäten. Dabei ergab sich an Oberschenkel-Oberarm bei 100 mm Hg eine mittlere Differenz von 1,2 mm Zeigerausschlag und an Unterschenkel-Unterarm ein mittlerer Unterschied von 0,6 mm.

Die mittleren Differenzen in den übrigen Druckstufen zwischen 0 mm Hg und 200 mm Hg waren kleiner als 0,5 mm.

Die oszillographischen Ausschläge an Hand-Fuß betrugen nur 1 - 2 mm. Der mittlere Wert an den entsprechenden zwei Extremitätenabschnitten ergab ein Maximum der Abweichung von 0,2 mm. Wichtig dabei war, daß die Manschetten an beiden Extremitätenabschnitten in gleicher Höhe angebracht wurden, denn die Amplitudenhöhe ist in der Hauptsache vom Blutvolumen, das in der Zeiteinheit das Gefäßgebiet durchströmt, abhängig.

Literaturverzeichnis

L e o n h a r d t H.

Oszillographische Untersuchungen bei Frakturen der
langen Röhrenknochen.

Arch. orthop. Unfallchir. 46,3 (1954)

K ü h n R A.

Kritische Betrachtungen und Untersuchungen zur
Analyse oszillographischer Untersuchungsmethoden.

Zschr. Kreisl.forsch. 43,15 f (1954)

W i c k e G.

Oszillographische Betrachtungen bei der Anwendung
des Synkardon-Gerätes.

Zschr. Kreisl.forsch. 43,23 f (1954)

H o l l d a c k K.

Eine Methode zur doppelseitigen Oszillographie.

Zschr. Kreisl.forsch. 43,5 - 10 (1954)

W i c k e G.

Eine neue Methode zur doppelseitigen Oszillographie.

Zschr. Kreisl.forsch. 43,5 f (1954)

H a n k e O., H i l d e b r a n d t G.

Über die Bedeutung eines zweiten oszillometrischen
Quotienten.

Zschr. Kreisl.forsch. 44,9 f (1955)

R o t z l e r A.

Über klinische Belastungsoszillographie.

Zschr. Kreisl.forsch. 43,3 f (1954)

H i l d e b r a n d t G., H a n k e O.

Zur Bewertung der Oszillographie nach Gesenius
und Keller.

Ärztl. Wschr. 9,41 (1954)

N e t z e r G.O.

Die Deutung der oszillographischen Kurve und
ihre Formänderungen durch lokale und allgemeine
Gefäßbeeinflussung.

Zbl. Chir. 78,1554 - 1562 (1953)

G e s e n i u s H.

Oszillographie und Arteriographie.

Dtsch.Med.Wschr. 1,1 - 4 (1949)

U h l e n b r u c k P.

Über die schematische Darstellung des peripheren
Gefäßbefundes.

Med. Klin. 1,312 f (1952)

K ü h n R.

Vergleichende Messungen bei peripheren Durchblutungs-
störungen und deren klinische Bedeutung.

Zschr. ges. inn. Med. 2,91 - 95 (1954)

R a t s c h o w M.

Oszillographische Untersuchungen bei peripheren Durch-
blutungsstörungen.

Dtsch. Med. Wschr. 11,1232 (1954)

Z i p p H., P r o l l G.

Elektrooszillographische Studien in der Kreislauf-
peripherie.

Arch. phys. Ther., Lpz. 7,385 - 91 (1955)

Inhaltsverzeichnis

Seite:

Problemstellung	2
Überblick über die Entwicklung der Oszillographie	3
Möglichkeiten zur Messung der Extremitätendurchblutung	4 - 7
Diagnostische Möglichkeiten der Oszillographie	8 - 9
Das Untersuchungsgerät	10 - 11
Methodik der Untersuchung	12 - 13
Auswertung des Oszillogramms	
Erklärung der graphischen Darstellung	14
Berechnung der Mittelwerte	
Begriffsbestimmung	15
Oszillographische Beispiele von Extremitätenabschnitten	16 - 19
Ergebnisse vergleichender oszillographischer Messungen an den Extremitäten in Abständen von jeweils 15 Minuten	20 - 25 29 - 31
Graphische Darstellung der Mittelwerte der verschiedenen Messungen in 15minütigen Abständen	26 - 28
Ergebnisse vergleichender oszillographischer Messungen an den Extremitäten, an fünf nacheinanderfolgenden Tagen	32 - 39

	Seite
Graphische Darstellung der Mittelwerte der verschiedenen Messungen in täglichen Abständen	40 - 42
Oszillographische Erfassung der Durchblutungs- differenz zwischen rechten und linken Extremitäten	43 - 51
Zusammenfassung	52 - 54
Literaturverzeichnis	55 - 57

L e b e n s l a u f

Am 18. Oktober 1932 wurde ich als erstes von fünf Kindern des Lehrers Konrad Porzner und seiner Ehefrau Anna Porzner, geborene Sennefeld, in Larrieden, Lkr. Feuchtwangen, geboren. Mit sechs Jahren kam ich in die Volksschule zu Lehrberg, wohin mein Vater inzwischen, 1938, versetzt worden war. Nach vier Jahren bestand ich die Aufnahmeprüfung in die Oberrealschule in Ansbach, wo ich 1952 das Abitur ablegte. 1947 war mein Vater als Hauptlehrer nach Schalkhausen bei Ansbach versetzt worden. Im Sommer 1952 verstarb er, wodurch wir gezwungen waren, im Sommer 1952 nach Ansbach überzusiedeln.

Im Wintersemester 1952/53 schrieb ich mich an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen zum Studium der Medizin ein. Nach fünf Semestern schloß ich das vorklinische Studium mit dem Physikum ab und belegte das erste klinische Semester in Erlangen. Anschließend immatrikulierte ich mich für zwei Semester an der Medizinischen Akademie in Düsseldorf. Die letzten drei Semester studierte ich wieder in Erlangen, wo ich auch im Sommer 1958 mein Studium mit dem Staatsexamen abschloß.

Herrn Professor Dr. med. G. Hegemann, dem Direktor der Chirurgischen Universitätsklinik danke ich ergebenst für die freundliche Überlassung seiner Patienten.

Außerdem möchte ich Herrn Priv. Doz. Dr. med. K. H. Hackethal für die Gewährung der Arbeit und für die wohlgemeinten Ratschläge meinen herzlichen Dank aussprechen.

Mein aufrichtiger Dank gilt auch Herrn Dr. med. Beck.

Photodruck von **Photo-Toni** ERLANGEN

Anton Meier & Co.

Erlangen - Hauptstraße 47 - Ruf 3144

